

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7234708号
(P7234708)

(45)発行日 令和5年3月8日(2023.3.8)

(24)登録日 令和5年2月28日(2023.2.28)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 B 11/06 (2006.01) H 0 1 B 11/06
H 0 1 B 7/18 (2006.01) H 0 1 B 7/18 D

請求項の数 5 (全18頁)

(21)出願番号	特願2019-46146(P2019-46146)	(73)特許権者	395011665 株式会社オートネットワーク技術研究所 三重県四日市市西末広町1番14号
(22)出願日	平成31年3月13日(2019.3.13)	(73)特許権者	000183406 住友電装株式会社 三重県四日市市西末広町1番14号
(65)公開番号	特開2020-149854(P2020-149854 A)	(73)特許権者	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43)公開日	令和2年9月17日(2020.9.17)	(74)代理人	110002158 弁理士法人上野特許事務所
審査請求日	令和3年6月25日(2021.6.25)	(72)発明者	上柿 亮真 三重県四日市市西末広町1番14号 株 式会社オートネットワーク技術研究所内 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 通信用シールド電線

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

導体と、該導体の外周を被覆する比誘電率が 1.3 以上かつ 2.5 以下の絶縁被覆と、
を有する1対の絶縁電線と、

前記1対の絶縁電線の外周を被覆する編組シールドと、

金属膜を備え、前記1対の絶縁電線に対して縦添え状に配置され、前記編組シールドの
外周を被覆するフィルム状シールドと、

前記フィルム状シールドの外周を被覆する内径が 2.2mm 以上かつ 3.5mm 以下の
ジャケットと、を有し、

前記1対の絶縁電線が、前記絶縁電線の外径の 8 倍以上かつ 30 倍以下の撚りピッチで
撚り合わせられ、

特性インピーダンスが 100 ± 5 の範囲にある、通信用シールド電線。

【請求項2】

前記絶縁電線の外径は、 1.17mm 以上かつ 1.5mm 以下である、請求項1に記載
の通信用シールド電線。

【請求項3】

前記絶縁電線の導体断面積は、 0.13mm^2 以上かつ 0.22mm^2 以下である、請
求項1または請求項2に記載の通信用シールド電線。

【請求項4】

前記フィルム状シールドは、高分子フィルムと前記金属膜が積層されて複合されたもの

10

20

である、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の通信用シールド電線。

【請求項 5】

前記ジャケットは、前記フィルム状シールドに接着されている、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の通信用シールド電線。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、通信用シールド電線に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車等の分野において、高速通信の需要が増している。高速通信に用いられる通信用電線としては、例えば特許文献 1 に、内部導体上に絶縁体を設けた電線を 2 本平行に並べた状態でこれら 2 本の電線の外周に、所定の編組ピッチを有する金属編組層からなる外部導体を設けた 2 芯平行シールドケーブルが開示されている。特許文献 1 には、金属編組層の周りに、さらに該層を取り巻く金属テープの層を設けて、2 層構造の外部導体とする形態についても、記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2001 - 195924 号公報

特開 2005 - 32583 号公報

特表 2016 - 533021 号公報

特開 2010 - 287355 号公報

特開 2002 - 289047 号公報

特開 2008 - 287948 号公報

特開 2017 - 183178 号公報

実開平 4 - 24226 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載されるように、通信用電線において、信号線の外周に、金属編組層よりなる外部導体と、金属テープ層の 2 層のシールドを設けることで、ノイズ遮蔽性の改善を図ることができる。通信用電線を、自動車内等、限られた空間で用いる場合には、配策時に、通信用電線に屈曲が加えられることが多い。特に、自動車のドア等、運動を行う箇所に通信用電線が配置される場合には、通信用電線は屈曲を繰り返して受けることになる。そのような場合には、通信用電線が、屈曲を受けた後でも、ノイズ遮蔽性の高い状態を維持することが求められる。

【0005】

しかし、特許文献 1 に記載されるように、2 本の電線を並行に並べた 2 芯平行ケーブルは、耐屈曲性が低く、2 種のシールドを有することによって得られる高いノイズ遮蔽性が、屈曲を受けた際に、十分に維持されない場合がある。例えば、2 芯平行ケーブルにおいては、2 本の絶縁電線が並んでいる方向に屈曲する際の柔軟性が低く、シールド層、特に金属テープ層に、過剰な負荷が印加され、損傷が生じる可能性がある。また、屈曲を繰り返す間に、2 本の絶縁電線の間隔を一定に保てなくなり、所定の特性インピーダンスを維持できなくなる可能性がある。

【0006】

以上の問題に鑑み、耐屈曲性に優れた通信用シールド電線を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示にかかる通信用シールド電線は、導体と、該導体の外周を被覆する比誘電率が 2

10

20

30

40

50

． 5 以下の絶縁被覆と、を有する 1 対の絶縁電線と、前記 1 対の絶縁電線の外周を被覆する編組シールドと、金属膜を備え、前記 1 対の絶縁電線に対して縦添え状に配置され、前記編組シールドの外周を被覆するフィルム状シールドと、前記フィルム状シールドの外周を被覆する内径が 3 . 5 mm 以下のジャケットと、を有し、前記 1 対の絶縁電線が、前記絶縁電線の外径の 3 0 倍以下の撚りピッチで撚り合わせられ、特性インピーダンスが 100 ± 5 の範囲にある。

【発明の効果】

【0008】

本開示にかかる通信用シールド電線は、比誘電率 2 . 5 以下の絶縁被覆を有する 1 対の絶縁電線が、絶縁電線の外径の 3 0 倍以下の撚りピッチで撚り合わせられた対撚線の外周に、編組シールドと、フィルム状シールドとが、この順に配置されている。また、フィルム状シールドの外周を被覆するジャケットの内径が、3 . 5 mm 以下となっている。通信用シールド電線がそのような構成を有することにより、通信用シールド電線が屈曲を受けた際に、フィルム状シールドに過剰な負荷が印加されにくく、また、屈曲の前後を通じて、通信用シールド電線の特性インピーダンスが、 100 ± 5 との範囲を維持しやすい。よって、耐屈曲性に優れた通信用シールド電線を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】図 1 は、本開示の一実施形態にかかる通信用シールド電線の構成を示す断面図である。

【図 2】図 2 は、上記通信用シールド電線に用いられるフィルム状シールドの構成の一例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[本開示の実施形態の説明]

最初に、本開示の実施態様を説明する。

導体と、該導体の外周を被覆する比誘電率が 2 . 5 以下の絶縁被覆と、を有する 1 対の絶縁電線と、前記 1 対の絶縁電線の外周を被覆する編組シールドと、金属膜を備え、前記 1 対の絶縁電線に対して縦添え状に配置され、前記編組シールドの外周を被覆するフィルム状シールドと、前記フィルム状シールドの外周を被覆する内径が 3 . 5 mm 以下のジャケットと、を有し、前記 1 対の絶縁電線が、前記絶縁電線の外径の 3 0 倍以下の撚りピッチで撚り合わせられ、特性インピーダンスが 100 ± 5 の範囲にある。

【0011】

上記通信用シールド電線においては、編組シールドと、縦添え状に配置されたフィルム状シールドとが積層され、1 対の絶縁電線が撚り合わせられた対撚線の外周を被覆していることにより、通信用シールド電線において、高いノイズ遮蔽性が得られる。また、信号線として、2 本の絶縁電線が撚り合わせられた対撚線が用いられていることにより、信号線が、各方向への屈曲時において、高い柔軟性を示し、通信用シールド電線が屈曲された際に、フィルム状シールドに過剰な負荷が印加されにくい。さらに、1 対の絶縁電線の撚りピッチが、絶縁電線の外径の 3 0 倍以下となっていることで、通信用シールド電線が繰り返して屈曲を受けても、特性インピーダンスが 100 ± 5 の範囲から変化しにくい。また、ジャケットの内径が 3 . 5 mm 以下に抑えられていることにより、縦添え状に配置されたフィルム状シールドが形成する筒状体の外径が小さくなり、通信用シールド電線を屈曲させても、フィルム状シールドに、破断等の損傷が生じにくくなる。これらの効果により、耐屈曲性に優れた通信用シールド電線が得られる。ジャケットの内径を 3 . 5 mm 以下とするためには、絶縁被覆を薄くし、絶縁電線を細径化する必要があるが、絶縁被覆の比誘電率を 2 . 5 以下としておくことで、絶縁被覆を薄くしても、特性インピーダンスを所定の高い値に維持する効果に優れ、 100 ± 5 の範囲の特性インピーダンスを維持しながら、ジャケットの内径を 3 . 5 mm 以下としやすい。

【0012】

ここで、本開示にかかる通信用シールド電線において、前記絶縁電線の外径は、1.5 mm以下であるとよい。絶縁電線の外径が1.5 mm以下に抑えられることで、ジャケットの内径が、3.5 mm以下に抑えられやすくなり、通信用シールド電線が、耐屈曲性に優れたものとなりやすい。

【0013】

また、前記絶縁電線の導体断面積は、0.22 mm²以下であるとよい。絶縁電線の導体断面積が小さく抑えられ、導体が細径化されることで、絶縁被覆が薄くなっても、通信用シールド電線の特性インピーダンスの低下が抑制され、100 ± 5 の範囲に維持されやすくなる。導体断面積を小さくすることの効果自体と、絶縁被覆を薄くすることの効果の両方により、絶縁電線が細径化され、通信用シールド電線において、ジャケットの内径が、3.5 mm以下に抑えられやすくなる。

10

【0014】

一方、前記絶縁電線の導体断面積は、0.13 mm²以上であるとよい。すると、通信用シールド電線の挿入損失が低く抑えられ、良好な伝送特性が得られやすい。

【0015】

前記フィルム状シールドは、高分子フィルムと前記金属膜が積層されて複合されたものであるとよい。高分子フィルムによって、フィルム状シールドの機械的強度が高められ、通信用シールド電線の耐屈曲性を向上させやすい。また、高分子フィルムを利用することで、フィルム状シールドの外周に、ジャケットを接着しやすくなる。

【0016】

前記ジャケットは、前記フィルム状シールドに接着されているとよい。すると、通信用シールド電線の端末等において、フィルム状シールドを、ジャケットと一体的に除去することが可能となる。その結果、通信用シールド電線の端末を加工する際等に、単一の工程でジャケットとフィルム状シールドの両方が除去できるようになり、通信用シールド電線の加工性が高くなる。

20

【0017】

[本開示の実施形態の詳細な説明]

以下、図面を用いて本開示の一実施形態にかかる通信用シールド電線について詳細に説明する。本明細書において、比誘電率や特性インピーダンス等、測定周波数および/または測定環境に依存する各種特性は、特記しないかぎり、通信用シールド電線を適用する通信周波数、例えば、300 kHz ~ 1 GHz の範囲にある周波数に対して規定されるものであり、また、室温、大気中にて測定される値である。

30

【0018】

(通信用シールド電線の全体構成)

図1に、本開示の一実施形態にかかる通信用シールド電線1の断面図を示す。通信用シールド電線1は、1対の絶縁電線11, 11を捻り合わせた対撚線10を有している。各絶縁電線11は、導体12と、導体12の外周を被覆する絶縁被覆13を有している。

【0019】

対撚線10の外周には、シールド体40が設けられている。シールド体40は、複数の対撚線10の束の外周を、一括して被覆するものであってもよいが、1本のみの対撚線10の外周を、1周にわたって連続して被覆するものであることが好ましい。

40

【0020】

シールド体40は、編組シールド20と、フィルム状シールド30とが、相互に積層されたものよりなっており、編組シールド20が内側に、フィルム状シールド30が外側に配置されている。編組シールド20は、1対の絶縁電線11, 11の外周、つまり対撚線10の外周を被覆している。

【0021】

フィルム状シールド30は、編組シールド20の外周を被覆している。フィルム状シールド30は、ノイズ遮蔽性向上の観点から、間に他の物質を介さず、編組シールド20の表面に、金属面で直接接触して、編組シールド20の外周を被覆していることが好ましい

50

。フィルム状シールド30は、1対の絶縁電線11, 11に対して、つまり対撚線10に対して、縦添え状に配置されている。すなわち、対撚線10の軸線方向と、長尺状のフィルム状シールド30の面の長手方向軸とを揃えた状態で、対撚線10の周方向に沿って、フィルム状シールド30の面が対撚線10の外周を包囲している。

【0022】

通信用シールド電線1は、さらに、フィルム状シールド30の外周を被覆して、絶縁材料よりなるジャケット(シース)50を有している。ジャケット50は、直接、あるいは接着剤の薄層を介して、フィルム状シールド30の表面に接触している。ジャケット50とフィルム状シールド30の間には、接着剤以外の物質は、介在されない方が好ましい。ジャケット50の内径Dは、3.5mm以下となっている。ジャケット50の内径Dは、通信用シールド電線1の軸線方向に直交する断面において、通信用シールド電線1の外縁に囲まれた領域の重心を通過して、ジャケット50の内周面の相互に対向する箇所を結ぶ直線のうち、最長の直線の長さとして定義される。

10

【0023】

通信用シールド電線1は、各構成部材の材料や寸法によって定まる特性インピーダンスを有しており、本実施形態においては、通信用シールド電線1の特性インピーダンスは、 100 ± 5 の範囲となっている。以下、通信用シールド電線1の各構成部材について、詳細に説明する。

【0024】

(対撚線の構成)

通信用電線1は、電気信号を伝送する信号線として、1対の絶縁電線11, 11が相互に撚り合わせられた対撚線10を有している。各絶縁電線11は、導体12と、導体12の外周を被覆する絶縁被覆13とを有している。本開示にかかる通信用シールド電線1において、絶縁被覆13を構成する材料は、2.5以下の比誘電率を有している。また、対撚線10の撚りピッチが、絶縁電線11の外径の3倍以下となっている。その他、対撚線10の各部の材料や構成パラメータは、特に限定されるものではないが、以下に、好ましい形態について説明する。

20

【0025】

(1) 絶縁電線の構成

対撚線10を構成する各絶縁電線11の外径は、1.5mm以下であることが好ましい。各絶縁電線11の外径を小さくすることで、1対の絶縁電線11, 11が撚り合わせられた対撚線10の外径を小さくし、対撚線10をシールド体40で包囲した集合体の外径、さらにその集合体の外周に配置されるジャケット50の内径Dを小さくすることができる。絶縁電線11の外径を1.5mm以下としておくことで、ジャケット50の内径Dを、3.5mm以下に抑えやすくなる。ジャケット50の内径Dを一層小さく抑える観点から、絶縁電線11の外径は、1.3mm以下であれば、さらに好ましい。絶縁電線11を細径化するほど、ジャケット50の内径Dを小さく抑えやすくなるので、絶縁電線11の外径に、特に下限は設けられない。

30

【0026】

(1-1) 絶縁被覆について

各絶縁電線11を構成する絶縁被覆13は、高分子材料を含む絶縁性材料よりなっており、上記のように、比誘電率が、2.5以下となっている。絶縁被覆13を構成する具体的な材料は、2.5以下の比誘電率を与えるものであれば、特に限定されるものではない。

40

【0027】

絶縁被覆13を構成する高分子材料としては、分子極性の低いもの、特に無極性のものを用いることが好ましい。そのような低極性または無極性の高分子材料として、ポリエチレンやポリプロピレン等のポリオレフィン、ポリスチレン、ポリテトラフルオロエチレン等を挙げることができる。これらの中で、ポリオレフィン、特にポリプロピレンを用いることが好ましい。高分子材料は、上記で列挙したものと複数種を混合して用いてもよく、また、比誘電率の上限を超えない限りにおいて、上記で列挙したものと、上記で列挙し

50

たもの以外を混合して用いてもよい。絶縁被覆 1 3 を構成する高分子材料は、架橋されていてもよく、また発泡されていてもよい。発泡により、絶縁被覆 1 3 の比誘電率を低下させることができる。また、絶縁被覆 1 3 は、高分子材料に加え、適宜、難燃剤等の添加剤を含有してもよい。ただし、絶縁被覆 1 3 の比誘電率は、添加剤を含んだ絶縁被覆材料全体に対して規定される。

【 0 0 2 8 】

絶縁被覆 1 3 として、比誘電率の低い材料を用いるほど、通信用シールド電線 1 の特性インピーダンスは高くなる。一方、絶縁被覆 1 3 の肉厚を小さくするほど、通信用シールド電線 1 の特性インピーダンスが低くなる。つまり、絶縁被覆 1 3 として比誘電率の低い材料を用いることで、絶縁被覆 1 3 の肉厚を小さくし、絶縁電線 1 1 および対燃線 1 0 を細径化した場合でも、通信用シールド電線 1 の特性インピーダンスを低くなりすぎないように保ち、所定の特性インピーダンスを確保できることになる。絶縁被覆 1 3 の比誘電率を 2 . 5 以下としておけば、 100 ± 5 の範囲の特性インピーダンスを維持したまま、絶縁電線 1 1 の外径を、1 . 5 mm 以下とし、さらに、ジャケット 5 0 の内径 D を 3 . 5 mm 以下としやすい。比誘電率の下限は特に設けられないが、絶縁電線 1 0 の絶縁被覆 1 3 を構成するのに現実的に用いる高分子材料の比誘電率は、おおむね 1 . 3 以上である。

【 0 0 2 9 】

絶縁被覆 1 3 の厚さは、通信用シールド電線 1 の特性インピーダンスを 100 ± 5 としながら、例えば絶縁電線 1 1 の外径を 1 . 5 mm 以下とできるように、絶縁被覆 1 3 を構成する材料の比誘電率や絶縁電線 1 1 の導体断面積等を考慮して、適宜選択すればよい。好適には、絶縁被覆 1 3 の厚さは、0 . 5 0 mm 以下、さらには 0 . 4 0 mm 以下とするとよい。一方、絶縁被覆 1 3 を薄くしすぎても、必要な高さの特性インピーダンスを確保することが難しくなるので、絶縁被覆 1 3 の厚さは、0 . 2 0 mm 以上としておくことが好ましい。

【 0 0 3 0 】

(1 - 2) 導体について

導体 1 2 は、銅合金等の金属材料より構成することができる。各絶縁電線 1 1 の導体断面積、つまり導体 1 2 の断面積（公称断面積；以下においても同様）は、 $0 . 22 \text{ mm}^2$ 以下とすることが好ましい。絶縁電線 1 1 の導体断面積を小さくし、導体 1 2 を細径化すると、対燃線 1 0 を構成する 2 本の導体 1 2 , 1 2 の間の距離（導体 1 2 , 1 2 の中心を結ぶ距離）が近くなり、通信用シールド電線 1 の特性インピーダンスが高くなる。上記のように、導体 1 2 の外周を被覆する絶縁被覆 1 3 が薄くなるほど、通信用シールド電線 1 の特性インピーダンスが低くなるが、各絶縁電線 1 1 の導体断面積を $0 . 22 \text{ mm}^2$ 以下のように小さく抑えておくことで、通信用シールド電線 1 に要求される 100 ± 5 の特性インピーダンスを確保しながら、導体 1 2 の細径化自体、および絶縁電線 1 1 の薄肉化の両方の効果により、各絶縁電線 1 1 の外径を、1 . 5 mm 以下のように小さく抑えやすくなる。

【 0 0 3 1 】

一方、各絶縁電線 1 1 の導体断面積は、 $0 . 13 \text{ mm}^2$ 以上としておくことが好ましい。導体断面積が $0 . 13 \text{ mm}^2$ 以上であれば、導体 1 2 の過度の細径化により、通信用シールド電線 1 の特性インピーダンスが 100 ± 5 の範囲よりも低くなることを抑制できるとともに、挿入損失（透過損失）を低く抑えることができるからである。導体断面積が小さくなりすぎると、導体 1 2 の電気抵抗により、挿入損失が大きくなるが、各絶縁電線 1 1 の導体断面積を $0 . 13 \text{ mm}^2$ 以上としておけば、通信用シールド電線 1 を、例えば長さ 1 0 m 以上のような長距離にわたって配策した場合にも、挿入損失を小さく抑え、良好な伝送特性を得ることができる。

【 0 0 3 2 】

各絶縁電線 1 1 の導体 1 2 を構成する具体的な金属材料は、特に限定されるものではない。しかし、導体 1 2 は、7 % 以上の破断伸びを有していることが好ましい。導体 1 2 が高い破断伸びを有しているほど、対燃線 1 0 の燃り構造を安定に保持し、燃り構造の緩み

10

20

30

40

50

を効果的に抑制することができる。特に、本実施形態にかかる通信用シールド電線 1 においては、対撚線 10 の外周を編組シールド 20 が直接被覆しており、対撚線 10 の撚り構造を緩みなく保持するためのテープ等を対撚線 10 の外周に有していないが、導体 12 の破断伸びを 7% 以上としておくことで、次に説明するように、対撚線 10 の撚りピッチを絶縁電線 11 の外径の 30 倍以下としておくことの効果と合わせて、対撚線 10 の撚り構造の緩みが起こりにくくなる。さらに、通信用シールド電線 1 を繰り返して屈曲させた際にも、対撚線 10 の撚り構造に緩みのない状態を維持しやすくなる。その結果、通信用シールド電線 1 において、安定な伝送特性が得られやすくなる。7% 以上の破断伸びを有する銅合金線として、以下のような成分組成を有する第一の銅合金および第二の銅合金線を例示することができる。

10

【0033】

第一の銅合金線は、以下の各成分元素を含有し、残部が Cu および不可避免的不純物よりなる。

- ・ Fe : 0.05 質量% 以上、2.0 質量% 以下
- ・ Ti : 0.02 質量% 以上、1.0 質量% 以下
- ・ Mg : 0 質量% 以上、0.6 質量% 以下 (Mg が含有されない形態も含む)

【0034】

第二の銅合金線は、以下の各成分元素を含有し、残部が Cu および不可避免的不純物よりなる。

- ・ Fe : 0.1 質量% 以上、0.8 質量% 以下
- ・ P : 0.03 質量% 以上、0.3 質量% 以下
- ・ Sn : 0.1 質量% 以上、0.4 質量% 以下

20

【0035】

導体 12 は、単線よりなってもよいが、屈曲時の柔軟性を高める等の観点から、複数の素線 (例えば 7 本) が撚り合わせられた撚線よりなることが好ましい。この場合に、素線を撚り合わせた後に、圧縮成形を行い、圧縮撚線としてもよい。導体 12 が撚線よりなる場合に、全て同じ素線よりなっても、2 種以上の素線よりなってもよい。

【0036】

(2) 対撚線の撚り構造

対撚線 10 は、2 本の絶縁電線 11, 11 を撚り合わせて形成されている。上記のように、撚り合わせにおける撚りピッチは、絶縁電線 11 の外径の 30 倍以下となっている。

30

【0037】

通信用シールド電線において、信号線として、特許文献 1 に記載されるように、2 本の絶縁電線 11, 11 を撚り合わせずに並走させたものを用いるとすれば、2 本の絶縁電線 11, 11 の並び方向に交差する方法には、信号線を比較的柔軟に屈曲させやすいが、2 本の絶縁電線 11, 11 の並び方向に沿った方向に信号線を屈曲させる際には、柔軟性が低くなってしまふ。柔軟性の低い方向に屈曲させようとする、フィルム状シールド 30 をはじめとして、通信用シールド電線の構成部材に大きな負荷を与えてしまう可能性がある。フィルム状シールド 30 に負荷が印加されると、フィルム状シールド 30 に、破断等の損傷が発生してしまう場合がある。また、2 本の絶縁電線 11, 11 を並走させた信号線を用いるとすれば、繰り返して屈曲を受けるうちに、2 本の絶縁電線 11, 11 の間の距離が離れ、所定の伝送特性を維持できなくなる可能性がある。例えば、2 本の絶縁電線の間の距離が離れると、特性インピーダンスが過度に高くなり、所定の範囲を高い方向に外れてしまう可能性がある。

40

【0038】

しかし、通信用シールド電線 1 においては、2 本の絶縁電線 11, 11 を撚り合わせた対撚線 10 を信号線として用いることにより、信号線の周に沿った各方向に、信号線を柔軟に屈曲させやすくなる。その結果、通信用シールド電線 1 を屈曲させた際に、フィルム状シールド 30 をはじめ、通信用シールド電線 1 の各構成部材に、大きな負荷が印加されにくくなる。フィルム状シールド 30 への負荷の印加を軽減することで、通信用シールド

50

電線 1 を屈曲させても、フィルム状シールド 30 に、破断等の損傷が発生にくく、フィルム状シールド 30 によるノイズ遮蔽性能を維持しやすくなる。また、2本の絶縁電線 11, 11 が撚り合わせられていることで、通信用シールド電線 1 が繰り返して屈曲を受けた際にも、撚り合わせ構造によって、2本の絶縁電線 11, 11 の相対位置が保持され、伝送特性を安定に維持しやすくなる。特性インピーダンスについても、 100 ± 5 の範囲に留めやすくなる。このように、信号線として対撚線 10 を用いることで、通信用シールド電線 1 において、屈曲を受けた際の構成部材の損傷の回避、および所定の伝送特性の維持の両方の点において、高い耐屈曲性を得ることができる。

【0039】

対撚線 10 においては、1対の絶縁電線 11, 11 が撚り合わせられる撚りピッチが小さいほど、対撚線 10 の撚り構造の緩みが抑制されやすくなる。撚りピッチが小さいほど、通信用シールド電線 1 の屈曲による撚り構造の緩みも、抑制することができる。よって、通信用電線 10 の屈曲の前後を通じて、特性インピーダンスをはじめ、通信用シールド電線 1 の伝送特性を安定に維持することができる。本実施形態にかかる通信用シールド電線 1 においては、編組シールド 20 が対撚線 10 の外周を直接被覆しており、対撚線 10 の撚り構造を保持するためのテープ等が設けられないが、対撚線 10 の撚りピッチを絶縁電線 11 の外径の 30 倍以下とすることで、撚り構造の緩みを効果的に抑制し、通信用シールド電線 1 の屈曲を繰り返した際にも、特性インピーダンスを 100 ± 5 の範囲に維持しやすくなる。撚り構造を強固に保持する観点から、対撚線 10 の撚りピッチは、絶縁電線 11 の外径の 25 倍以下、さらには 20 倍以下としておくと、特に好ましい。

【0040】

対撚線 10 の撚りピッチの下限は、通信用シールド電線 1 の伝送特性の観点からは、特に定められるものではないが、対撚線 10 の生産性等の観点から、絶縁電線 11 の外径の 8 倍以上、さらには 12 倍以上としておくとよい。なお、絶縁電線 11 の外径が 1.5 mm 以下である場合に、対撚線 10 の撚りピッチを絶対値で表すと、おおむね、35 mm 以下、より好ましくは 30 mm 以下、25 mm 以下としておくとよい。一方、撚りピッチの絶対値は、10 mm 以上、15 mm 以上としておくとよい。

【0041】

対撚線 10 において、2本の絶縁電線 11, 11 の撚り合わせ構造としては、各絶縁電線 11 に、撚り合わせ軸を中心とした捻りが加えられないことが好ましい。この場合には、絶縁電線 11 自体の軸を中心とした絶縁電線 11 の各部の相対的な上下左右の方向が、撚り合わせ軸に沿って変化しない。つまり、絶縁電線 11 の軸を中心として同じ位置に当たる部位が、撚り構造の全域において、常に、例えば上方等、同じ方向を向く。絶縁電線 11 に捻りを加えないことで、撚り構造の 1 ピッチ内で、2本の絶縁電線 11, 11 の線間距離の変化が小さくなり、通信用シールド電線 1 の軸線方向各部における線間距離の変化に起因する伝送特性の不安定化を、抑制することができる。

【0042】

(シールド体の構成)

上記のように、本実施形態にかかる通信用シールド電線 1 は、対撚線 10 の外周に、編組シールド 20 と、フィルム状シールド 30 がこの順に積層されたシールド体 40 を有している。フィルム状シールド 30 は、対撚線 10 に対して縦添え状に配置されている。

【0043】

シールド体 40 を構成する編組シールド 20 は、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属材料、あるいはそれら金属材料の表面にめっきを施した材料よりなる細い金属素線が、編み込まれて中空筒状に成形されたものである。編組シールド 20 は、対撚線 10 に対して、外部からのノイズの侵入および外部へのノイズの放出を遮蔽する役割を果たす。

【0044】

シールド体 40 を構成するフィルム状シールド 30 は、金属膜を有するフィルム状の材料であり、金属膜の存在により、対撚線 10 に対して、外部からのノイズの侵入および外

部へのノイズの放出を遮蔽する役割を果たす。フィルム状シールド30は、金属膜を有していれば、どのようなものであってもよく、単独の金属膜（金属箔）よりなる形態、あるいは金属膜と、基材等、他の材料とを複合した複合材よりなる形態のいずれであってもよい。複合材としては、図2に示すような、基材としての高分子フィルム31と金属膜32が、蒸着、めっき、接着等によって複合された高分子-金属複合フィルム30Aを好適な例として挙げることができる。金属膜32を高分子フィルム31と複合することで、金属膜を単体で用いる場合よりも、フィルム状シールド30全体としての機械的強度および取り扱い性を高めることができる。フィルム状シールド30の機械的強度が高くなることで、通信用シールド電線1を屈曲させても、フィルム状シールド30に、破断等の損傷が発生しにくくなり、通信用シールド電線1の耐屈曲性が高められる。

10

【0045】

単独の金属膜として、あるいは複合材中の金属膜として、フィルム状シールド30に用いられる具体的な金属種は、特に限定されるものではないが、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属材料を挙げることができる。金属膜は、単一の金属種の膜より構成されても、2種以上の金属種の層が積層されてもよい。また、金属膜の表面には、フィルム状シールド30のノイズ遮蔽にかかる特性を妨げない範囲において、有機材料よりなる保護膜等、金属以外の材料が適宜配置されてもよい。

【0046】

フィルム状シールド30を高分子-金属複合フィルム30Aより構成する場合に、高分子フィルム31を構成する高分子種としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）等のポリエステル樹脂、ポリプロピレン等のポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニル等のビニル樹脂を挙げることができる。また、高分子フィルム31は、各種高分子種に加え、添加剤等を適宜含有してもよい。高分子種としては、機械的強度と柔軟性に優れる等の観点から、PETを用いることが特に好ましく、PETフィルムにアルミニウム膜を複合した高分子-金属複合フィルム30AであるA1-PETフィルムを、フィルム状シールド30として特に好適に用いることができる。

20

【0047】

高分子-金属複合フィルム30Aにおいて、フィルム状シールド30全体としての機械的強度と取り扱い性を十分に確保する等の観点から、高分子フィルム31の厚さは、少なくとも金属膜32の厚さより大きいことが好ましく、特に、10 μ m以上であることが好ましい。一方、通信用シールド電線1の細径性および柔軟性を確保する観点等から、高分子-金属複合フィルム30A全体の厚さとして、500 μ m以下、特に100 μ m以下であることが好ましい。また、高分子-金属複合フィルム30Aを構成する金属膜32の厚さは、十分なノイズ遮蔽性を発揮する等の観点から、1 μ m以上であることが好ましい。一方、柔軟性を確保する等の観点から、金属膜32の厚さは、30 μ m以下であることが好ましい。金属膜32は、高分子フィルム31の片面に設けても、両面に設けてもよい。しかし、後述するようにフィルム状シールド30をジャケット50に接着する場合には、図2に示すように、高分子フィルム31の片面のみに金属膜32を設け、もう一方の面に接着剤よりなる接着層33を設けておくことが好ましい。

30

【0048】

本通信用シールド電線1は、対撚線10の外周に、シールド体40として、編組シールド20とフィルム状シールド30の2種のシールド材を、積層された状態で有している。2種のシールド材を備えることで、対撚線10の外周を包囲する導電性材料の体積が大きくなり、いずれか1種のシールド材しか用いない場合と比較して、高いノイズ遮蔽効果を達成することができる。つまり、外部からのノイズの侵入および外部へのノイズの放出を効果的に遮蔽することができる。さらに、本実施形態にかかる通信用シールド電線1においては、シールド体40として、編組シールド20を内側に、フィルム状シールド30を外側に配置している。フィルム状シールド30が、図2の高分子-金属複合フィルム30Aのように、金属膜32と他の材料よりなる基材31の複合体よりなる場合には、シールド体40の積層構造において、金属膜32の面を内側に向け、編組シールド20に接触さ

40

50

せておけば、金属膜 3 2 と編組シールド 2 0 を構成する素線が直接接触することで、シールド体 4 0 によるノイズ遮蔽性を特に効果的に高めることができる。

【 0 0 4 9 】

本実施形態にかかる通信用シールド電線 1 においては、フィルム状シールド 3 0 は、対燃線 1 0 に対して縦添え状に配置されている。フィルム状シールド 3 0 は、対燃線 1 0 の周方向に沿って、フィルム状シールド 3 0 の面で、対燃線 1 0 と編組シールド 2 0 の複合体の外周を包み込むように、編組シールド 2 0 の外周に配置されている。対燃線 1 0 と編組シールド 2 0 の複合体の外周を 1 周にわたって包み込んだフィルム状シールド 3 0 は、両端部が相互に重ね合わせられ、適宜、相互に接着されることで、該複合体の外周を隙間なく包囲している。フィルム状シールド 3 0 を対燃線 1 0 に対して縦添え状に配置することで、横巻き状に配置する場合と比較して、フィルム状シールド 3 0 の配置を簡便に行うことができる。

10

【 0 0 5 0 】

(ジャケットの構成)

ジャケット 5 0 は、絶縁性材料よりなっており、フィルム状シールド 3 0 の外周を被覆している。ジャケット 5 0 は、シールド体 4 0 を構成するフィルム状シールド 3 0 および編組シールド 2 0 や、内部の対燃線 1 0 を、物理的に保護する役割を果たす。

【 0 0 5 1 】

ジャケット 5 0 を構成する絶縁材料は、高分子材料を主成分としてなっており、その高分子材料は、どのようなものであってもよい。具体的な高分子材料として、ポリエチレンやポリプロピレン等のポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフェニレンサルファイド等を挙げることができる。また、ジャケット 5 0 は、高分子材料に加え、適宜、難燃剤等の添加剤を含有してもよい。ジャケット 5 0 を構成する高分子材料は、発泡されていてもよく、また、架橋されていてもよい。ジャケット 5 0 を構成する高分子材料は、絶縁被覆 1 3 を構成する高分子材料と、同種のものであっても、異種のものであってもよい。通信用シールド電線 1 全体の構成および製造工程を簡素化する観点からは、それらの高分子材料は、同種のものである方が好ましい。

20

【 0 0 5 2 】

上記のように、ジャケット 5 0 の内径 D は、3 . 5 mm 以下となっている。ジャケット 5 0 の内周面は、直接、あるいは接着剤の薄層を介してフィルム状シールド 3 0 の外周面に接触しており、ジャケット 5 0 の内径 D が小さいほど、フィルム状シールド 3 0 によって形成される筒形状の外径が小さくなる。フィルム状シールド 3 0 によって形成される筒状体を、同じ曲率半径で、軸線方向に曲げた際に、フィルム状シールド 3 0 に加えられる歪みは、筒状体の外径が大きいほど、大きくなる。よって、ジャケット 5 0 の内径 D が小さいほど、通信用シールド電線 1 を屈曲させた際に、フィルム状シールド 3 0 に加えられる歪みが小さくなり、歪みに伴う負荷によって、フィルム状シールド 3 0 に、破断等の損傷が発生しにくくなる。

30

【 0 0 5 3 】

後の実施例にも示すように、ジャケット 5 0 の内径 D を 3 . 5 mm 以下としておけば、通信用シールド電線 1 を屈曲させた際に、フィルム状シールド 3 0 に損傷が生じるのを、効果的に抑制することができる。特に、フィルム状シールド 3 0 が、高分子 - 金属複合フィルム 3 0 A 等、金属膜 3 2 と他の材料よりなる基材 3 1 の複合体よりよりなる場合に、金属膜 3 2 の層に破断等の損傷が発生するのを、効果的に抑制することができる。フィルム状シールド 3 0 に損傷が発生すると、フィルム状シールド 3 0 が有するノイズ遮蔽特性が損なわれやすく、ジャケット 5 0 の内径 D を 3 . 5 mm 以下としておくことで、通信用シールド電線 1 の屈曲を経ても、フィルム状シールド 3 0 を含むシールド体 4 0 によるノイズ遮蔽特性を、高く維持することができる。

40

【 0 0 5 4 】

本実施形態においては、フィルム状シールド 3 0 が縦添え状に配置されていることにより、横巻き状に配置される場合と比較して、通信用シールド電線 1 に屈曲を加えた際に、

50

フィルム状シールド30に、歪みが印加されやすくなっている。しかし、ジャケット50の内径Dが3.5mm以下に抑えられていることにより、フィルム状シールド30が縦添え状に配置されていても、通信用シールド電線1の屈曲時に、フィルム状シールド30に歪みによる損傷が発生するのを、十分に抑制することができる。

【0055】

ジャケット50の内径Dは、屈曲時のフィルム状シールド30の損傷を効果的に抑制する観点から、3.0mm以下であれば、さらに好ましい。一方、ジャケット50の内径Dの下限は、通信用シールド電線1の特性の観点からは、特に設けられない。しかし、 100 ± 5 の特性インピーダンスを与える対撚線10の外径を考慮すると、そのような外径を有する対撚線10を編組シールド20とフィルム状シールド30で包囲し、さらにジャケット50を設ける場合に、ジャケット50の内径Dは、おおむね、2.2mm以上となる。なお、ジャケット50の内径Dは、通信用シールド電線1を適宜透明樹脂に包埋したうえで、通信用シールド電線1の軸線方向に略垂直に切断して、断面試料を作製したうえで、計測して評価することができる。

10

【0056】

ジャケット50の内径Dが3.5mm以下となっていれば、ジャケット50の厚さは特に限定されるものではなく、求められる保護性能等を考慮して、適宜定めることができる。例えば、十分な保護性能を得る観点から、0.2mm以上、さらには0.4mm以上とし、一方、通信用シールド電線1が過度に大径化するのを避ける観点から、1.0mm以下とする形態を例示することができる。また、ジャケット50は、構成の簡索性の観点から、1層の絶縁材料よりなることが好ましいが、複数の層よりなってもよい。

20

【0057】

ジャケット50は、フィルム状シールド30の外周面に接着されていることが好ましい。特に、フィルム状シールド30として、図2に示すような、高分子フィルム31の一方面に金属膜32が設けられ、他方面に接着層33が設けられた高分子-金属複合フィルム30Aが、金属膜32の面を内側に向けて配置され、接着層33を介して、ジャケット50がフィルム状シールド30に接着される形態が好ましい。

【0058】

縦添え状に配置したフィルム状シールド30がジャケット50に接着されることで、通信用シールド電線1の末端を加工する際などに、フィルム状シールド30とジャケット50を一括して除去することができ、高い加工性が得られる。例えば、ジャケット50の外側から、フィルム状シールド30にまで達する切込みを形成したうえで、通信用シールド電線1の軸に沿った方向にジャケット50をずらすように力を加えるだけで、通信用シールド電線1の末端等から、ジャケット50とフィルム状シールド30の両方を一括して除去し、編組シールド20を露出させることができる。つまり、通信用シールド電線において、フィルム状シールド30を用いずに編組シールド20の外周に直接ジャケット50を形成している場合に、ジャケット50を除去して編組シールド20を露出させるのと同じ操作で、フィルム状シールド30の除去までを行うことができる。また、末端加工の自動化を行いやすくなる。

30

【0059】

ジャケット50の形成は、押し出し成形によって行うことができる。ジャケット50の押し出し成形は、フィルム状シールド30の縦添えによる配置と、単一の工程として、連続して同時に実施することができる。さらに、フィルム状シールド30とジャケット50の間の接着も、同時に実施することができる。例えば、高分子-金属複合フィルム30Aよりなるフィルム状シールド30に設けられた接着層33が熱可塑性接着剤よりなる場合に、ジャケット50の押し出し成形の際の熱により、接着を達成することができる。よって、従来一般の通信用シールド電線のように、フィルム状シールド30を用いずに編組シールド20の外周に直接ジャケット50を形成する場合に対して、工程数を増加させることなく、縦添え状のフィルム状シールド30の導入と接着を行うことができる。

40

【0060】

50

(通信用シールド電線の特性)

以上で説明したように、本実施形態にかかる通信用シールド電線 1 は、シールド体 4 0 として、編組シールド 2 0 と、縦添え状に配置したフィルム状シールド 3 0 の 2 種類のシールド材を、内側からこの順に積層したものを有している。そのため、通信用シールド電線 1 は、高いノイズ遮蔽性を有する。

【 0 0 6 1 】

さらに、フィルム状シールド 3 0 の外周を被覆するジャケット 5 0 の内径 D が、3 . 5 mm 以下に抑えられていることで、屈曲時に比較的歪みが加えられやすい縦添え状に、フィルム状シールド 3 0 を配置していても、フィルム状シールド 3 0 に破断等の損傷が発生するのを、効果的に抑制することができる。その結果、通信用シールド電線 1 の屈曲を経ても、フィルム状シールド 3 0 を含むシールド体 4 0 によって発揮される高いノイズ遮蔽性を、維持しやすくなっている。

10

【 0 0 6 2 】

また、本実施形態にかかる通信用シールド電線 1 においては、信号線が、1 対の絶縁電線 1 1 , 1 1 を相互に撚り合わせた対撚線 1 0 の形態をとっていることで、1 対の絶縁電線が並走される場合よりも、各方向への屈曲における柔軟性の高さ、および屈曲時の伝送特性の維持の点で、耐屈曲性に優れている。特に、対撚線 1 0 の撚りピッチが絶縁電線 1 1 の外径の 3 0 倍以下とされていることで、屈曲時に、特性インピーダンス等の伝送特性を維持する効果に優れている。

【 0 0 6 3 】

20

通信用シールド電線 1 において、ジャケット 5 0 の内径 D を小さく抑えるためには、対撚線 1 0 を構成する絶縁電線 1 1 を細径化することが有効であるが、絶縁電線 1 1 の細径化のために、絶縁被覆 1 3 を薄く形成すると、特性インピーダンスが低くなり、通信用シールド電線 1 に要求される特性インピーダンスを確保するのが難しくなる。しかし、絶縁被覆 1 3 の比誘電率を 2 . 5 以下としておくことで、イーサネット通信用のシールド電線に要求される 100 ± 5 の範囲の特性インピーダンスを確保しながら、絶縁電線 1 1 の外径が 1 . 5 mm 以下となる程度まで、絶縁被覆 1 3 を薄肉化することができる。すると、対撚線 1 0 全体が細径化され、ジャケット 5 0 の内径 D を、3 . 5 mm 以下に抑えやすくなる。絶縁電線 1 1 の細径化は、導体 1 2 の細径化によってさらに達成しやすくなり、導体断面積を 0.22 mm^2 以下としておくことが好ましい。

30

【 0 0 6 4 】

このように、通信用シールド電線 1 において、絶縁被覆 1 3 の比誘電率と撚りピッチが所定の上限以下に規定された対撚線 1 0 を用い、かつ、ジャケット 5 0 の内径 D を制限することで、 100 ± 5 の特性インピーダンスを確保しながら、高い耐屈曲性を得ることができる。つまり、通信用シールド電線 1 を、各方向に、柔軟に屈曲させやすくなるとともに、屈曲を経ても、ノイズ遮蔽特性が低下することや、特性インピーダンスが所定の範囲から逸脱することを、抑制することができる。さらに、通信用シールド電線 1 が屈曲を繰り返し受けても、そのように高い耐屈曲性を維持することができる。通信用シールド電線 1 が、高い耐屈曲性を有することで、自動車内で好適に用いることができる。通信用シールド電線 1 は、自動車内の限られた空間に配策される際に、小さい曲げ半径で屈曲を受ける場合も多い。特に、車両のドア等、運動する部材に通信用シールド電線 1 を配策する場合には、屈曲を繰り返して受けることになる。このように、通信用シールド電線 1 が、小さい曲げ半径で屈曲を加えられたり、何度も繰り返して屈曲を受けたりした場合にも、通信用シールド電線 1 が高い耐屈曲性を有することにより、屈曲による負荷を柔軟に吸収し、特性インピーダンスやノイズ遮蔽特性等、所定の特性を、長期にわたって安定に維持しやす。

40

【 実施例 】

【 0 0 6 5 】

以下に実施例を示す。なお、本発明はこれら実施例によって限定されるものではない。なお、本実施例において、各特性の評価は、室温、大気中において行っている。

50

【 0 0 6 6 】

[試料の作製]

(1) 導体の作製

絶縁電線を構成する導体を作製した。つまり、純度 99.99% 以上の電気銅と、Fe, P, Sn の各元素を含有する母合金を、高純度カーボン製坩堝に投入して、連続鑄造装置内で真空溶解させ、混合溶湯を作成した。ここで、混合溶湯において、Fe が 0.61 質量%、P が 0.12 質量%、Sn が 0.26 質量% 含まれるようにした。得られた混合溶湯に対して、連続鑄造を行い、12.5 mm の鑄造材を製造した。得られた鑄造材に対して、8 mm まで、押し出し加工、圧延を行い、その後、0.165 mm または 0.215 mm、または 0.265 mm まで伸線を行った。得られた素線を 7 本用い、撚りピッチ 1.4 mm にて、撚線加工を行うとともに、圧縮成形を行った。得られた導体の導体断面積および外径は、後の表 1 に示している。さらに、得られた導体に対して、480 にて 4 時間の熱処理を行った。熱処理後の導体の破断伸びは、7% であった。

10

【 0 0 6 7 】

(2) 絶縁電線の作製

上記で作製した銅合金導体の外周に、押し出しにより、絶縁被覆を形成し、絶縁電線を作製した。絶縁被覆の材料としては、比誘電率 2.5 のポリプロピレン (PP)、または比誘電率 3.6 のポリ塩化ビニル (PVC) を用いた。絶縁被覆の厚さは試料ごとに変化させており、絶縁被覆の厚さおよび得られた絶縁電線の外径を、後の表 1 に示している。

【 0 0 6 8 】

(3) 通信用シールド電線の作製

上記で作製した同種の絶縁電線 2 本を、表 1 に示した撚りピッチにて撚り合わせて、対撚線とした。この際、対撚線を構成する絶縁電線には、捻りを加えなかった。

20

【 0 0 6 9 】

次いで、得られた対撚線の外周を直接囲んで、編組シールドを配置した。編組シールドとしては、0.12 mm のスズめっき軟銅線 (0.12 TA) を用い、打数を 12 打、持数を 8 本、ピッチを 20 mm とした。

【 0 0 7 0 】

さらに、編組シールドの外周を直接囲んで、フィルム状シールドを配置した。フィルム状シールドとしては、PET フィルムの片面にアルミニウム膜を形成したもの (Al-PET) を用いた。PET フィルムのもう一方の面には、接着層を設けておいた。フィルム状シールド全体の厚さは 0.05 mm であり、アルミニウム膜の厚さは、15 μm であった。フィルム状シールドは、アルミニウム膜側の面を編組シールドの外周面に接触させて、対撚線に対して縦添え状で配置した。

30

【 0 0 7 1 】

フィルム状シールドの配置と同時に、ジャケットの形成も行った。ジャケットの形成は、フィルム状シールドの外周に、ポリプロピレン樹脂を押し出し成形することで、行った。ジャケットの厚さは、0.4 mm とした。このようにして、試料となる通信用シールド電線を作製した。後の表 1 に、得られた通信用シールド電線におけるジャケットの内径、および全体の外径 (仕上外径) を示している。ジャケットの内径は、通信用シールド電線を、軸線方向に垂直に切断して、断面にて計測した。

40

【 0 0 7 2 】

[評価]

(シールド破断までの屈曲回数)

各通信用シールド電線について、屈曲試験を実施し、編組シールドまたはフィルム状シールドに破断が発生するまでの屈曲回数を調べた。屈曲試験は、曲げ半径 (R) を 30 mm、曲げ角度を ±90° とし、3.9 N の荷重を印加して行った。100 回を単位として屈曲を行った後、屈曲箇所ジャケットを除去し、内部のフィルム状シールドおよび編組シールドの状態を目視観察して、破断が生じていないかを確認した。フィルム状シールドと編組シールドのいずれか少なくとも一方に破断が生じるまでの屈曲回数を記録した。

50

【 0 0 7 3 】

(特性インピーダンス)

各通信用シールド電線に対して、屈曲を加える前の初期状態における特性インピーダンスを計測した。計測は、ネットワークアナライザを用い、時間領域反射法 (Time Domain Reflectometry ; TDR法) によって行った。

【 0 0 7 4 】

さらに、各通信用シールド電線に、上記シールド破断までの屈曲回数の評価と同様の条件で、500回の屈曲を加えた。その後、初期状態と同様にして、特性インピーダンスを計測した。

【 0 0 7 5 】

[結果]

表 1 に、通信用シールド電線の各部の構成を変化させた試料 1 ~ 15 について、各部の構成と評価結果を併せて示している。対撚線の撚りピッチについては、mmを単位とした絶対値と、絶縁電線の外径を基準とした倍数值の両方で示している。

【 0 0 7 6 】

シールドが破断するまでの屈曲回数 (シールド破断屈曲回数) の評価においては、いずれの試料についても、編組シールドの破断よりもフィルム状シールドの破断が、少ない屈曲回数で起こっており、フィルム状シールドの破断が観測された屈曲回数を、表中に示している。また、表中には、シールド破断屈曲回数および屈曲前後の特性インピーダンスの測定値に加えて、通信用シールド電線の特性に関する判定結果を示している。シールド破断屈曲回数が5000回以上であり、かつ屈曲の前後を通じて特性インピーダンスが 100 ± 5 の範囲に収まっている場合を、特性が高い「A」と評価した。一方、シールド破断屈曲回数が5000回に達していない場合、または、屈曲前後の少なくとも一方において特性インピーダンスが 100 ± 5 の範囲を外れている場合、あるいはそれら両方の状態となっている場合については、特性が低い「B」と評価した。

【 0 0 7 7 】

【 表 1 】

試料 番号	絶縁電線						撚り ピッチ		ジャケット 内径 [mm]	仕上 外径 [mm]	シールド 破断 屈曲回数 [回]	特性インピーダンス		特性 判定
	導体		絶縁被覆			外径 [mm]	[mm]	[倍]				屈曲前 [Ω]	500回 屈曲後 [Ω]	
	断面積 [mm ²]	外径 [mm]	材料	比誘 電率	厚さ [mm]									
1	0.13	0.45	PP	2.5	0.38	1.21	20	17	2.92	3.7	8600	100	100	A
2	0.13	0.45	PP	2.5	0.36	1.17	20	17	2.84	3.6	8900	95	95	A
3	0.13	0.45	PP	2.5	0.42	1.29	20	16	3.08	3.9	7100	104	104	A
4	0.13	0.45	PP	2.5	0.38	1.21	25	21	2.92	3.7	8700	99	100	A
5	0.13	0.45	PP	2.5	0.38	1.21	30	25	2.92	3.7	8600	100	101	A
6	0.13	0.45	PP	2.5	0.38	1.21	35	29	2.92	3.7	8700	100	104	A
7	0.13	0.45	PP	2.5	0.38	1.21	40	33	2.92	3.7	8700	100	106	B
8	0.22	0.55	PP	2.5	0.44	1.43	20	14	3.36	4.2	6200	100	100	A
9	0.22	0.55	PP	2.5	0.475	1.50	20	13	3.50	4.3	5800	95	96	A
10	0.35	0.70	PP	2.5	0.40	1.50	20	13	3.50	4.3	6000	81	84	B
11	0.13	0.45	PVC	3.6	0.38	1.21	20	17	2.92	3.7	8800	89	90	B
12	0.13	0.45	PVC	3.6	0.52	1.49	20	13	3.48	4.3	6000	94	94	B
13	0.13	0.45	PVC	3.6	0.53	1.51	20	13	3.52	4.3	4600	104	105	B
14	0.22	0.55	PVC	3.6	0.55	1.65	20	12	3.80	4.6	3200	96	97	B

【 0 0 7 8 】

表 1 において、試料 1 ~ 10 では、絶縁被覆の構成材料として、比誘電率 2.5 のポリプロピレンを用いている。それらの試料のうち、試料 1 ~ 3 では、絶縁被覆の厚さを変化させており、絶縁被覆が厚くなるほど、初期状態における特性インピーダンスの値が大きくなっている。しかし、試料 1 ~ 3 のいずれにおいても、 100 ± 5 の範囲の特性インピーダンスを確保しながら、絶縁電線の外径を 1.5 mm 以下に収めることができている

。その結果として、ジャケットの内径が3.5 mm以下に収まっている。ジャケットの内径を3.5 mm以下に抑えられていることに対応して、フィルム状シールドが破断するまでの屈曲回数が、5000回以上となっている。また、500回の屈曲の前後で、特性インピーダンスの値が変化していない。このように、絶縁被覆として、比誘電率が2.5以下の材料を用いることで、通信用シールド電線において、 100 ± 5 の特性インピーダンスを確保しながら、高い耐屈曲性を得ることができ、高い特性を有する通信用シールド電線とすることができる。

【0079】

さらに、試料1および試料4～7では、対撚線の撚りピッチを変化させている。シールド破断屈曲回数および初期状態における特性インピーダンスは、撚りピッチによらず、ほぼ一定となっているが、屈曲後の特性インピーダンスは、撚りピッチが大きいほど、高くなっている。撚りピッチが絶縁電線の外径の30倍以下となっている試料1および試料4～6では、屈曲を経ても、特性インピーダンスが 100 ± 5 の範囲に維持されているのに対し、撚りピッチが絶縁電線の外径の30倍を超えている試料7では、屈曲後の特性インピーダンスが、 100 ± 5 の範囲を、高い側に超えている。この結果より、初期状態において 100 ± 5 の特性インピーダンスが得られている場合に、対撚線の撚りピッチを絶縁電線の外径の30倍以下としておけば、屈曲を経ても、撚り構造が安定に維持されることにより、 100 ± 5 の範囲の特性インピーダンスを維持できることが分かる。撚りピッチが絶縁電線の外径の30倍を超える場合には、屈曲を受けた際に、2本の絶縁電線11, 11の間の距離が離れてしまうことにより、特性インピーダンスが上記範囲を超えて上昇してしまうと解釈される。

【0080】

試料8～10では、試料1～3に比べて、導体断面積を大きくし、導体を大径化している。試料8～10のいずれにおいても、ジャケット内径を3.5 mm以下に抑えられる範囲で、絶縁被覆を厚く形成している。試料10では、導体断面積が大きすぎることにより、ジャケットの内径を3.5 mm以下に抑えられる範囲では、 100 ± 5 に達する特性インピーダンスを得られるだけの絶縁被覆の厚さを、確保できていない。しかし、試料8、9では、ジャケットの内径を3.5 mm以下に抑えながら、試料1～3の特性インピーダンスと比べると低いものの、 100 ± 5 の範囲に収まる特性インピーダンスを得られるだけの厚さで、絶縁被覆を形成できている。さらに、屈曲を経ても、 100 ± 5 の範囲の特性インピーダンスを維持できている。

【0081】

試料11～14では、絶縁被覆の構成材料として、比誘電率が2.5を超えるポリ塩化ビニルを用いている。試料11は、絶縁被覆の構成材料以外においては、試料1と同じ構成を有している。しかし、絶縁被覆の比誘電率が高いことに対応して、試料1の場合よりも、特性インピーダンスが、初期状態から低くなっており、 100 ± 5 の範囲に達していない。

【0082】

試料11から試料14の順に、絶縁被覆の厚さを大きくしているが、ジャケットの内径を3.5 mm以下に抑えることができる範囲の厚さで絶縁被覆を形成した試料11, 12では、初期状態において、 100 ± 5 に達する特性インピーダンスが得られていない。一方、試料13, 14のように、ジャケットの内径を、3.5 mmを超えて大きくすることが許容されるならば、絶縁電線の外径を大きくすることができるので、絶縁被覆を厚く形成し、初期状態において 100 ± 5 の特性インピーダンスを確保することができる。しかし、ジャケットの内径が3.5 mmを超えていることで、通信用シールド電線を屈曲させた際に、フィルム状シールドに大きな負荷が印加され、5000回未満の屈曲回数で、フィルム状シールドが破断している。このように、通信用シールド電線において、絶縁被覆として、比誘電率が2.5を超える材料を用いる場合には、 100 ± 5 の範囲の特性インピーダンスを確保しながら、ジャケットの内径を3.5 mm以下とし、特性インピーダンスの確保と耐屈曲性を両立することはできない。つまり、絶縁被覆として、比誘電

10

20

30

40

50

率が2.5を超える材料を用いる場合には、十分な特性を有した通信用シールド電線を得ることはできない。

【0083】

以上、各試料の特性評価の結果より、絶縁電線の絶縁被覆として、比誘電率が2.5以下の材料を用いれば、 100 ± 5 の特性インピーダンスを確保しながら、ジャケットの内径を3.5mm以下に抑えた通信用シールド電線を構成できることが分かる。さらに、屈曲前の初期状態において、 100 ± 5 の特性インピーダンスを確保しながら、ジャケットの内径を3.5mm以下としておけば、対撚線の撚りピッチを絶縁電線の外径の30倍以下とすることで、屈曲を経ても、フィルム状シールドの損傷を抑制するとともに、 100 ± 5 の特性インピーダンスを維持することができる。つまり、高い耐屈曲性を有する通信用シールド電線とすることができる。

10

【0084】

以上、本発明の実施の形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の改変が可能である。

【符号の説明】

【0085】

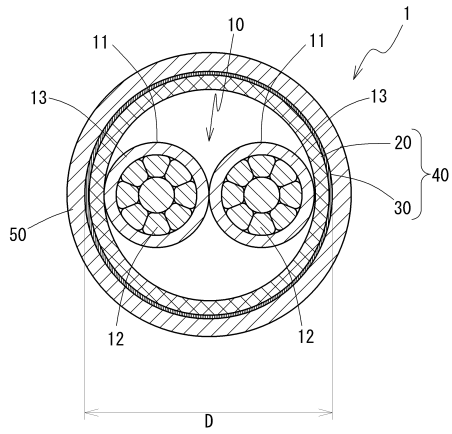
1	通信用シールド電線	
10	対撚線	
11	絶縁電線	
12	導体	20
13	絶縁被覆	
20	編組シールド	
30	フィルム状シールド	
30A	高分子 - 金属複合フィルム	
31	高分子フィルム	
32	金属膜	
33	接着層	
40	シールド体	
50	ジャケット	
D	ジャケットの内径	30

40

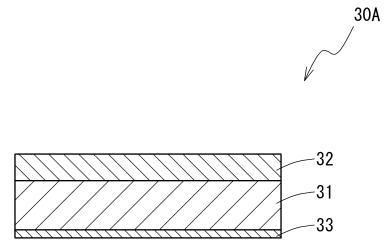
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 田口 欣司
三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内
- (72)発明者 遠藤 崇樹
三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内
- (72)発明者 嶋田 達也
三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内
- (72)発明者 清水 亨
三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内
- (72)発明者 安好 悠太
三重県四日市市西末広町1番14号 株式会社オートネットワーク技術研究所内
- (72)発明者 岩間 健一郎
三重県四日市市西末広町1番14号 住友電装株式会社内
- 審査官 木村 励
- (56)参考文献 国際公開第2017/168815(WO, A1)
国際公開第2004/013869(WO, A1)
特開2001-195924(JP, A)
国際公開第2018/096854(WO, A1)
実公平7-41053(JP, Y2)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01B 11/06
H01B 7/18